

Temperaturschwankungen bei niederen Säugetieren

Von M. Eisentraut (Stuttgart)

Die Warmblütigkeit der Vögel und Säugetiere wird durch drei Entwicklungsschritte bestimmt. Diese sind:

1. erhöhter Stoffwechsel und damit vermehrte Wärmeproduktion,
2. verbesserte Wärmeisolierung und damit Verminderung der Wärmeabgabe,
3. regulatorische Einrichtungen, die beide, Wärmeproduktion und Wärmeabgabe, in einem bestimmten Gleichgewicht halten.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß besonders die Säugetiere sehr verschiedenen hohen Entwicklungsstufen der Warmblütigkeit erreicht haben. Ihre Körpertemperatur ist mitunter sehr erheblichen Schwankungen unterworfen. Bei der Definition des Begriffes „Homoiothermie“ sollte daher weniger Wert auf die Konstanz der Körperwärme gelegt werden, als vielmehr darauf, daß die Vertreter überhaupt fähig sind, weitgehend unabhängig von der Umgebungstemperatur eine Eigenwärme zu erzeugen und bis zu einem gewissen Grad zu erhalten. Je nach der Höhe des Entwicklungszustandes sprechen wir von höheren und niederen Warmblütern. Es entspricht den Erwartungen, daß wir die letztgenannten besonders unter den phylogenetisch alten Säugetieren finden.

Auch bei den höheren Warmblütern gibt es keine absolute Konstanz, meist sinkt die Körpertemperatur während des Ruheschlafes etwas ab. Beim Menschen z. B. variiert sie (rektal) von etwa 36,7° (am frühen Morgen) bis 37,5° (am späten Nachmittag). Hoch entwickelte Warmblüter sind zweifellos die Carnivoren und Huftiere. Folgende Angaben über die Schwankungsbreite der Körpertemperatur seien erwähnt:

Hund, Katze	= 37,5 — 39,5°
Schwein	= 38 — 40°
Pferd, Rind	= 37,5 — 38,5°
Ziege	= 37,8 — 40°

Unter der stark aufgespaltenen Gruppe der Nager finden sich entsprechende Vertreter:

Kaninchen	= 38,5 — 39,5°
Ratte	= 37,5 — 38,6°.

Wir können feststellen, daß sich die höheren Warmblüter durch relativ geringe Schwankungsbreite und ferner durch hohe Durchschnittswerte ihrer Körpertemperatur auszeichnen. Diese liegen im allgemeinen über 36°. Dagegen finden wir bei den niederen Warmblütern mit ihrem primitiveren

Wärmehaushalt gewöhnlich Durchschnittswerte unter 36° und ferner meist eine sehr hohe Schwankungsbreite, die in Abhängigkeit vom Aktivitätszustand und von der Höhe der Umgebungstemperatur stehen kann. Bei manchen von ihnen kann es zu einem Absinken der Körperwärme unter die Aktivitätsschwelle und damit zum Eintritt einer Lethargie kommen.

Es erscheint hier notwendig, die einzelnen Temperaturbereiche kurz zu umgrenzen. Der Aktivitätsbereich umfaßt die Temperaturen, die ein Tier während des Wachzustandes *und* während des Ruheschlafes zeigt. Innerhalb dieses euthermischen Bereichs unterscheiden wir daher die agilen und die somnalen Temperaturen. Sinkt die Körperwärme unter die untere Grenze des Aktivitätsbereiches, unterschreitet sie also die Aktivitätsschwelle, so gelangt sie in den hypothermischen Bereich der Lethargie. Entsprechend können wir beim Überschreiten der oberen Grenze der Aktivitätstemperatur von einem hyperthermischen Bereich sprechen.

In Tabelle 1 sind ältere Beobachtungen über Körpertemperaturen bei niederen Säugetieren zusammengestellt, die bei weiteren Untersuchungen noch manche Ergänzungen und Berichtigungen erfahren dürften.

Tabelle 1: Ältere Beobachtungen über Körpertemperaturen bei niederen Säugetieren.

Art	Körpertemperatur		Autor
	Durchschn.	Schwank.-Breite	
<i>Ornithorhynchus</i>	(24,8)	um $3,5^{\circ}$	Sutherland, Martin
<i>Tachyglossus</i>	29,4	22,0—31,4	Sutherland, Martin
	30—33		Wardlaw
		27,6—37,1	Martin
		26,5—34,2	Semon
<i>Phascolomys</i>	34,1		Sutherland
<i>Petaurus</i>	35,7		Sutherland
<i>Phascolarctus</i>	35,2	35,0—36,8	Sutherland
<i>Dasyurus</i>	36,0		Sutherland
<i>Petrogale</i>	35,9		Sutherland
<i>Bradypus tridactylus</i>	31,8	28,4—34,6	Eisentraut
<i>Tolypeutes conurus</i>	32,0	27,0—40,0	Eisentraut
<i>Zaëdus minutus</i>		30,6—33,8	Eisentraut
<i>Cabassus uncinatus</i>		28,5—33,0	Eisentraut
<i>Dasypus villosus</i>		32,3—34,7	Eisentraut
<i>Tatus novemcinctus</i>	34,4	33,0—35,4	Ozorio u. Branca

Die Chiropteren nehmen unter den niederen Warmblütern eine extreme Stellung ein. Bei ihnen schwankt die Körpertemperatur in sehr hohem Maße, und es kann beim Eintritt des normalen Ruheschlafes zu einem Sinken der Körperwärme unter die Aktivitätsschwelle und zum Eintritt einer Lethargie kommen, die ich als Tagesschlaflethargie bezeichnet habe. Untersuchungen

an tropischen Chiropteren haben erneut ergeben, daß auch sie eine normal auftretende Tagesschlaflethargie zeigen können. Zweifellos aber geht Kayser zu weit in seiner Annahme, wenn er die Chiropteren als poikilotherm bezeichnet. Denn auch eine im Tagesschlaf stark abgekühlte Fledermaus kann jederzeit von innen heraus durch Erhöhung des Stoffwechsels ihre Körperwärme ansteigen lassen und zum Wachzustand übergehen, was ein Poikilothermer nicht vermag. Allerdings haben meine Beobachtungen in Kamerun gezeigt, daß hungernde Fledermäuse allmählich die Fähigkeit der Wiedererwärmung verlieren.

Tab. 2 bringt weitere Angaben über niedere Warmblüter, deren Körpertemperatur zu untersuchen ich in den letzten Jahren Gelegenheit hatte.

Tabelle 2: Neuere Beobachtungen über Körpertemperaturen bei niederen Säugetieren.

Art	Körpertemperatur		Bemerkungen
	Durchschn.	Schwank.- Breite	
<i>Marmosa cinerea</i>	34,76	29,3—37,8	stark abhängig vom Aktivitätszustand
<i>Hemiechinus auritus</i>	34,7	33,4—36,4	empfindlich gegen kühle Umgebungstemperatur. Lethargie auch im Sommer möglich
<i>Paraëchinus aethiopicus</i>	34,9	31,2—36,2	abhängig von Nahrungszufuhr und Umgebungstemperatur. Lethargie auch im Sommer möglich
<i>Centetes ecaudatus</i>	28,44	24,1—34,8	abhängig vom Aktivitätszustand und von der Umgebungstemperatur
<i>Manis tricuspis</i>	33,3	32,2—35,2	
<i>Perodicticus potto</i>	33,7	32,2—35,2	
<i>Nycticebus coucang</i>	(34,1)	28,4—36,6	wahrscheinlich abhängig von der Umgebungstemperatur

Dazu ist noch folgendes zu bemerken: bei *Marmosa cinerea* wurden die extrem hohen Werte nur bei intensiver Aktivität erreicht und umgekehrt die extrem tiefen Werte nach langdauerndem Ruheschlaf. Bei den Igeln dürfte das Auftreten tiefer Körpertemperaturen auch damit zusammenhängen, daß das Stachelkleid nur einen geringen Wärmeschutz gewährt. Sehr auffallend sind die niedrigen Aktivitätstemperaturen bei dem madagassischen Borstenigel, der bei einer Körperwärme von nur 24—25° durchaus aktiv und fähig ist, ungehindert von seinen Körperfunktionen Gebrauch zu machen. Bei tiefen Umgebungstemperaturen kann die Aktivitätsschwelle unterschritten werden und der Zustand einer Lethargie eintreten. Die Untersuchungen an Halbaffen bedürfen noch der Ergänzung.

Zu den niederen Warmblütern müssen wir zweifellos auch die Winterschläfer rechnen. Als Beispiel für die hohe Schwankungsbreite der Körperwärme einiger Vertreter im Aktivitätszustand erwähne ich:

<i>Erinaceus europaeus</i>	31,1—36,7°
<i>Citellus tridecemlineatus</i>	32—41° (30—39)
<i>Cricetus cricetus</i>	32,5—35,5°
<i>Muscardinus avellanarius</i>	: 31—38°

Es ist bemerkenswert, daß bisher keine sicheren Angaben über Winterschlaf bei höheren Warmblütern (z. B. Carnivoren) vorliegen. Offenbar kann ihr Körper überhaupt nur eine geringe Abkühlung ertragen. Bei provozierter Hypothermie kommt es schon sehr bald zu Nervenblockierungen (Hemmung des Atemzentrums, Störung der Herztätigkeit), wie die mit einem letalen Ausgang endigenden Abkühlungsversuche zeigen. Ein Ertragen tiefer Körpertemperaturen ist offenbar nur bei niederen Warmblütern möglich.

Die Begriffe „Eurythermie“ und „Stenothermie“ sind bisher im wesentlichen in ökologischem Sinne gebraucht. Wir können sie aber bis zu einem gewissen Grad auch in physiologischem Sinne anwenden: Die niederen Warmblüter mit einer weiten Schwankungsbreite ihrer Körpertemperatur und der Fähigkeit, tiefe Temperaturen zu ertragen, können wir als physiologisch eurytherm ansehen, wohingegen sich die höheren Warmblüter durch physiologische Stenothermie auszeichnen.

Literatur:

- Eisentraut, M., (1932). — Biologische Studien im bolivianischen Chaco. II. Über die Wärmeregulation beim Dreizehenvaultier (*Bradypus tridactylus* L.). — Z. vergl. Physiol. 16, 39—47.
- Eisentraut, M., (1932). — Biologische Studien im bolivianischen Chaco. IV. Die Wärmeregulation beim Kugelhürteltier (*Tolypeutes conurus* Js. Geoffr.). — Z. vergl. Physiol. 18, 174—185.
- Eisentraut, M., (1934). — Der Winterschlaf der Fledermäuse mit besonderer Berücksichtigung der Wärmeregulation. — Z. Morph. Okol. 29, 231—267.
- Eisentraut, M., (1952). — Contribution a l'étude biologique de *Paraëchinus aethiopicus* (Ehrenb.). — Mammalia 16, 232—252.
- Eisentraut, M., (1956). — Körpertemperaturen bei tropischen Fledermäusen und Schuppentieren. — Säugetierkundliche Mitteilungen 4, 64—67.
- Eisentraut, M., (1955). — A propos de la température de quelques Mammifères de type primitif. — Mammalia 19, 437—443.
- Eisentraut, M., (1956). — Der Winterschlaf mit seinen ökologischen und physiologischen Begleiterscheinungen. Jena.
- Kayser, Ch., (1950). — La léthargie hibernale des mammifères et le mécanisme de sa genèse. — Mammalia 14, 105—125.
- Martin, C. J., (1901). — Thermal adjustment and respiratory exchange in Monotremes and Marsupials. — Proc. Roy. Soc. London 69, 352.
- Ozorio, de A. u. Branca, de A., (1924). — Température et métabolisme du Tatu (*Tatusia novemcincta*). — C. r. Soc. Biol. 90, 734—735.
- Semon, F., (1894). — Notizen über die Körpertemperatur der niedersten Säugetiere (Monotremen). — Arch. ges. Phys. 58, 229—232.
- Sutherland, A., (1897). — The temperatures of Reptiles, Monotremes and Marsupials. — Proc. Roy. Soc. Victoria NS 9, 57—67.
- Wardlaw, H. S. H., (1915). — The temperature of *Echidna aculeata*. — Proc. Linn. Soc. New S. Wales 40, 231—258.